

UJI KELAYAKAN JARINGAN LOKAL UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN UNTUK IMPLEMENTASI VOIP

Feasibility Study of VOIP Implementation at Universitas Jenderal Soedirman Local Area Network

Muhamad Ridwan¹, Azis Wisnu Widhi Nugraha², Hesti Susilawati³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Mayjend Sungkono KM 05 Blater Purbalingga Indonesia

ridwan.muhamad@gmail.com¹, azis.wwn@unsoed.ac.id², hesti_s@yahoo.com³

Abstract— UNSOED has LAN connection which covers almost all of its units, with minimum bandwidth consumption at an average of 275,318 Kbps from a total of 3 Mbps so we may apply VoIP system in order to replace voice communication system which is still using PSTN and PABX. Therefore we need to know about jitter and packet loss of LAN, and also the codec needs to be determined due to voice quality expected and also bandwidth consumed. Measurements carried out in two scenarios based on topologies used in UNSOED (star and ring), in the first scenario (star and ring) server placed on server farm meanwhile the second scenario (ring) server placed on Pertanian node. Codec adjusted to the available bandwidth capacity and total of phone number that has to handled. The result show that 0,759 ms jitter obtained from scenario 1 and 0,513 ms from scenario 2, both of them included in good category with 0-20 ms of range value, otherwise 0% of packet loss obtained from both scenarios these indicated that LAN included in good category. There is iLBC codec with 30 ms packet size which is the most economic on bandwidth cost among G.729, G.711, and iLBC (20 ms), because it cost 1995,84 Kbps of total bandwidth used for handling 140 phone number. Beside that, it has good voice quality with 4,138996 MOS value. So if we use iLBC (30 ms) codec on the VoIP system, there will be still a lot of free bandwidth which can used for other applications, it is about 695,873 Kbps (worst condition) and also get a good-voice quality-VoIP.

Keywords: PABX, PSTN, VoIP, LAN, jitter, packet loss, bandwidth, codec, MOS.

PENDAHULUAN

UNSOED (Universitas Jenderal Soedirman) memiliki unit-unit kerja yang tersebar. Tiap unit tersebut memiliki nomor telepon baik ekstensi maupun PSTN sehingga terkadang untuk menghubungi salah satu unit harus melalui sambungan PSTN. Sementara itu UNSOED telah memperbaharui jaringan lokalnya dengan berbasis serat optik untuk lebih mendukung sistem informasi civitas akademik. Dengan beban trafik yang masih rendah maka jaringan lokal tersebut masih dapat ditambahkan berbagai aplikasi salah satunya VoIP.

Dalam merancang sistem VoIP maka perlu diketahui terlebih dahulu mengenai kualitas layanan jaringan lokal UNSOED, yaitu *jitter* dan *packet loss*. Kemudian *bandwidth* yang tersedia juga perlu diketahui. Selain itu perlu juga menentukan jenis *codec* yang memiliki kualitas suara yang baik serta hemat *bandwidth* agar mencukupi kebutuhan dan tidak terlalu membebani jaringan.

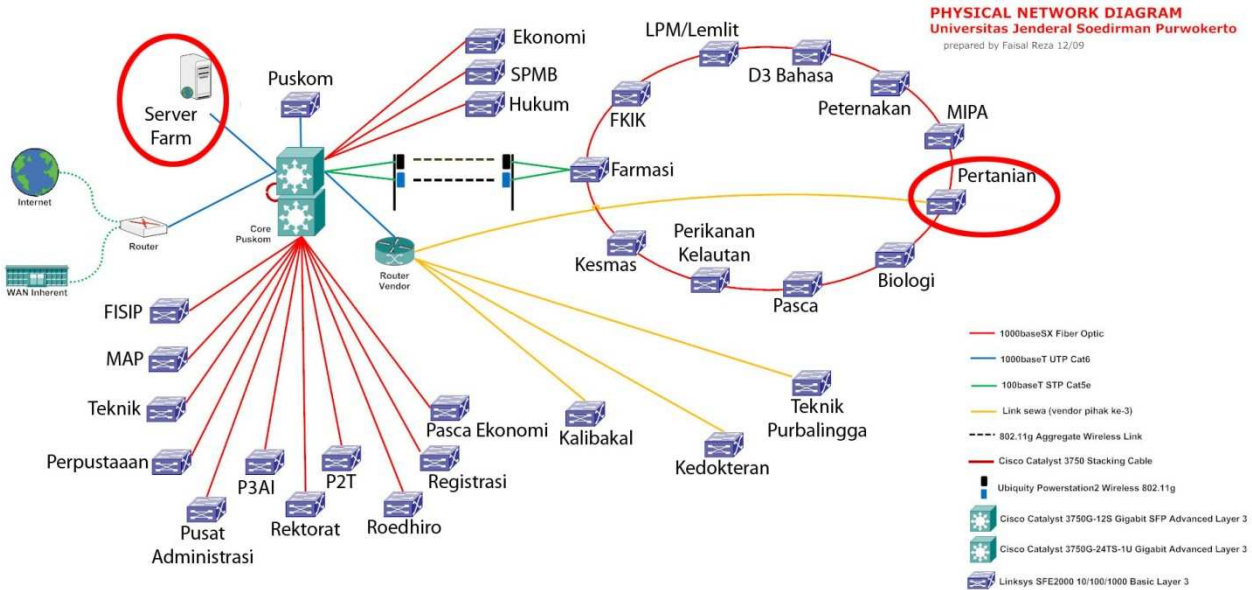
JARINGAN LOKAL UNSOED

Jaringan lokal UNSOED berbasis teknologi *Ethernet* dan menggunakan dua jenis topologi, yaitu topologi *star* dan *ring*. Topologi *star* terdapat pada *distribution layer* wilayah Grendeng yang meliputi *node* Ekonomi, SPMB,

Hukum, Pasca Ekonomi, Registrasi, Roedhiro, P2T, Rektorat, P3AI, Pusat Administrasi, Perpustakaan, Teknik, MAP, dan FISIP. Sedangkan topologi *ring* terdapat pada *distribution layer* wilayah Karangwangkal yang meliputi *node* D3 Bahasa, Peternakan, MIPA, Pertanian, Biologi, MM, Perikanan & Kelautan, Kesmas, Farmasi, FKIK, dan LPM/Lemlit. Selain itu terdapat wilayah Kalibakal dan Purbalingga yang menggunakan *link* sewa dengan *bandwidth* masing-masing 3 Mbps dan 6 Mbps. Lebih jelas mengenai topologi jaringan lokal UNSOED terdapat pada Gambar 1 (Reza, 2010). Saat ini jaringan lokal UNSOED baru digunakan untuk akses sistem informasi dan akses internet sehingga masih memungkinkan untuk implementasi layanan lainnya, salah satunya VoIP.

TEKNOLOGI VOIP

VoIP (*Voice over Internet Protocol*) didefinisikan sebagai sistem komunikasi suara antar *client* melalui jaringan *Internet Protocol* (IP). Dalam VoIP terdapat istilah pengkodean (*encoding*) pada saat paketisasi sinyal suara. Pengkodean tersebut menggunakan *codec*. *Codec* berfungsi juga sebagai kompresi-dekompresi suara. *Codec* yang sering digunakan diantaranya adalah iLBC, G.711, dan G.729 (Purbo, 2007).



Gambar 1 Topologi jaringan lokal UNSOED.

Setelah melalui pengkodean maka data *voice* kemudian dipecah menjadi paket-paket kecil, dikirim melalui kanal yang berbeda-beda antara pengirim dengan penerima. Untuk itu setiap paket harus mempunyai *header* untuk identifikasi dan pengurutan data di tujuan.

Dalam sistem VoIP terdapat kualitas layanan yang meliputi delay, jitter, dan packet loss. Selain itu tiap codec memiliki kualitas suara serta konsumsi bandwidth yang berbeda-beda.

A. Kualitas Layanan VoIP

VoIP sangat sensitif terhadap kualitas layanan jaringan. Kualitas layanan dapat berpengaruh terhadap kelancaran komunikasi serta kualitas suara. Parameter yang termasuk ke dalam kualitas layanan adalah *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.

Delay (*delay end-to-end*) adalah waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman suatu paket data dari sumber ke tujuan. Beberapa penyebab *delay* diantaranya adalah jarak jalur komunikasi, proses *codec*,

paketisasi, dan lain-lain. *Delay* yang diizinkan untuk aplikasi *voice* kurang dari 150 ms (ITU-T G.114, 2003).

Jitter adalah variasi *delay time* antara paket-paket yang dikirimkan secara terus-menerus dari sumber ke

tujuan pada jaringan IP. *Jitter* disebabkan oleh beban trafik, perubahan rute paket, kemacetan paket (*congestion*), dan waktu tunda pemrosesan. Besar *jitter* yang diizinkan untuk aplikasi *voice* kurang dari 50 ms (Wijaya, 2008).

Packet loss adalah hilangnya satu atau lebih paket data yang berjalan pada jaringan. *Packet loss* terjadi ketika terdapat penumpukan data pada jalur yang dilewati dan menyebabkan terjadinya *buffer overflow* pada *router*. *Packet loss* yang masih dapat diterima untuk aplikasi *voice* kurang dari 5% (Wijaya, 2008).

B. Kualitas Suara

Kualitas suara pada VoIP dapat diukur dengan dua cara pengujian, yaitu subjektif dan objektif. Pengujian subjektif adalah menggunakan MOS (*Mean Opinion Score*). MOS memiliki skala nilai 1-5 dengan masing-masing kualitas mulai dari buruk, kurang baik, cukup baik, baik, dan sangat baik.

Selain itu terdapat pengujian objektif yang lebih baik diterapkan pada jaringan dengan trafik yang hidup. Adalah pengujian *E-Model* (Sun, 2004). Hasil pengukuran menggunakan teknik *E-model* selanjutnya direpresentasikan sebagai *transmission rating scale*, *R*. *R-Factor* dapat dihitung dengan persamaan (1) (ITU-T G.107, 2005).

A : *advantage factor*.

$$R = R_o - I_s - I_d - I_e + A \quad (1)$$

keterangan:

R_o : representasi SNR,

I_s : representasi gangguan sinyal suara,

I_d : representasi gangguan waktu tunda,

I_e : representasi gangguan kompresi suara dan *packet loss*,

Namun untuk tujuan perencanaan biasanya digunakan ukuran-ukuran yang dianggap ideal. Maka persamaan (1) dapat disederhanakan menjadi persamaan (2) (ITU-T G.107, 2005)

$$R = (93,2 - I_{e,eff}) \quad (2)$$

Untuk menghitung nilai $I_{e,eff}$ dapat menggunakan persamaan (3) dengan nilai I_e dan Bpl masing-masing didapatkan dari tabel 1 sedangkan Ppl merupakan nilai kemungkinan *packet loss* yang terjadi pada jaringan (ITU-T G.113, 2007).

$$I_{e,eff} = I_e + \left((95 - I_e) \times \frac{Ppl(\%)}{Ppl(\%) + Bpl} \right) \quad (3)$$

TABEL 1 NILAI PERENCANAAN UNTUK I_e

Codec	Packet size	Operating rate [kbit/s]	I_e	Bpl
G.729A+VAD	20 ms (2 frames)	8	11	19
iLBC	20 ms	15,2	12	28
iLBC	30 ms	13,33	10	28
G.711	10 ms	64	0	4,3

Setelah menghitung besarnya R -Factor, maka nilai R tersebut dapat diubah menjadi nilai MOS dengan persamaan (4) sehingga kualitas suaranya dapat diketahui.

$$MOS = 1 + 0,035R + R(R - 60)(100 - R)^7 \times 10^{-6} \quad (4)$$

C. Kapasitas Jaringan

Untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan kita dapat menggunakan persamaan (5) dahulu untuk menentukan ukuran dari satu paket data voice (TPS) kemudian persamaan (6) untuk menentukan jumlah paket dalam satu detik (PPS) sehingga *bandwidth per call* dapat dihitung dengan persamaan (7) (Anonim, 2006). Nilai *voice payload size* (VPS) dan *codec bit rate* dapat ditemukan pada tabel 2.

$$TPS(Byte) = L2(Byte) + L3(Byte) + VPS(Byte) \quad (5)$$

$$PPS = \frac{codec\ bit\ rate(Kbps)}{VPS(Byte)} \quad (6)$$

$$Bandwidth\ per\ call(Byte) = TPS(Byte) \times PPS \quad (7)$$

keterangan:

L2 : Layer 2 header (Ethernet = 18 Byte),

L3 : Layer 3 header (IP+UDP+RTP = 20+8+12 = 40 Byte)

Tabel 2 Spesifikasi codec VoIP

Codec	Bitrate (Kbps)	Voice payload size (Byte)	PPS
G.711	64	160	50
G.729	8	20	50
ilbc (20 ms)	15,2	38	50
ilbc (30 ms)	13,33	50	33,3

PENGUJIAN KELAYAKAN JARINGAN

Dalam pengujian kelayakan jaringan dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap nilai jitter dan packet loss. Setelah diketahui mengenai kualitas jaringan maka perlu dilakukan analisis terhadap penggunaan bandwidth di UNSOED. Dengan melakukan analisis terhadap penggunaan bandwidth maka didapatkan jumlah bandwidth yang masih bisa digunakan. Dengan adanya nilai bandwidth yang tersedia maka dapat ditentukan mengenai codec yang akan dipakai berdasarkan kualitas suara yang dihasilkan serta konsumsi bandwidth-nya.

A. Pengujian Kualitas Layanan Jaringan

Setelah didapatkan data dari hasil pengukuran terhadap *jitter* dan *packet loss* dengan menggunakan Iperf, maka dapat diketahui kualitas layanan jaringan di UNSOED. Pengukuran dilakukan dengan 2 skenario. Skenario 1 menggunakan server di Server farm dengan *client* seluruh *node* jaringan lokal UNSOED sedangkan skenario 2 menggunakan server di *node* Pertanian dengan *client* seluruh *node* pada topologi ring Karangwangkal. Untuk lebih jelas mengenai letak tiap skenario dapat dilihat pada Gambar 1. Sebagaimana terlihat pada Gambar 1 konfigurasi jaringan LAN UNSOED terbagi dalam 2 topologi. Topologi pertama adalah topologi star pada segmen Grendeng dan topologi ring pada segmen Karangwangkal. Antara segmen Karangwangkal dan *core switch* terhubung melalui *link wireless* di nodeFarmasi dan link sewa di node Pertanian. Bandwidth yang tersedia pada koneksi segmen Karangwangkal dan *core switch* ini terbatas (jauh lebih kecil dari 1G / hanya 10Mbps) sehingga memungkinkan terjadi *bottle neck* pada *link* ini. Skenario 1 dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja sistem dengan *link* koneksi yang terbatas. Sedangkan skenario 2 dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja sistem jika segmen Karangwangkal dilayani oleh server tersendiri.

Dari hasil rerata tiap *node* didapatkan nilai *jitter* tertinggi pada skenario 1, yaitu sebesar 0,759 ms dari *node* FISIP sedangkan skenario 2 sebesar 0,513 ms dari *node* Bahasa. Untuk nilai *packet loss* dari tiap *node* didapatkan rata-rata 0%. Dari nilai rerata tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai *jitter* serta *packet loss* pada jaringan lokal UNSOED termasuk ke dalam kategori baik. Dengan *jitter* / variasi nilai *delay* ini yang cukup baik maka diasumsikan *delay* juga masih cukup baik.

B. Analisa Penggunaan Bandwidth UNSOED

Tabel 3 Perbandingan konsumsi *bandwidth* terbesar dari tiap jenis topologi

Node	Topologi	Bandwidth perangkat (Mbps)	Average (Kbps)		Std.Dev	
			DL	UL	DL	UL
Roedhiro	Star	1000	1228,271	137,538	416,019	74,669
FISIP	Star	1000	1076,361	1074,739	940,780	1840,624
Pertanian-Puskom	Star-Ring	100+8	7910,256	1049,906	1771,494	433,578
Kalibakal	Star sewa	3	142,242	18,834	133,076	14,135
Tek.Pbg	Star sewa	6	568,947	69,706	428,781	57,376

Analisa *bandwidth* di UNSOED diklasifikasikan menjadi 3 jenis sambungan, yaitu jaringan dengan topologi *star* Grendeng, topologi *ring* Karangwangkal, serta topologi *star link* sewa. Setelah dilakukan pencatatan dan analisa terhadap penggunaan *bandwidth* rata-rata di UNSOED yang diambil pada rentang waktu dua minggu maka didapatkan hasil konsumsi *bandwidth* yang terbesar dari tiap jenis topologi pada tabel 3.

Dari tabel 3 didapatkan bahwa penggunaan *bandwidth* masih sangat sedikit bila dibandingkan dengan *bandwidth* dari spesifikasi perangkat, bahkan *link* sewa pun masih memiliki persediaan *bandwidth* yang cukup. Untuk mencegah kemungkinan terburuk maka besar *bandwidth* yang tersedia diambil dari jumlah *bandwidth* yang paling sedikit, yaitu *bandwidth* Kalibakal (2.691,713 Kbps). Dengan mengetahui besarnya *bandwidth* yang masih dapat dimanfaatkan untuk aplikasi VoIP, maka dapat ditentukan jenis *codec* yang optimal diterapkan pada jaringan lokal UNSOED.

C. Penentuan Jenis Codec

Dalam menentukan jenis *codec* yang cocok diterapkan pada jaringan lokal UNSOED, terdapat dua parameter yang harus diperhatikan yaitu kualitas suara yang diinginkan serta kapasitas *bandwidth* yang dibutuhkan. Kapasitas *bandwidth* yang dibutuhkan selain dipengaruhi oleh komponen-komponen yang terdapat pada format paket VoIP juga dipengaruhi jumlah nomor telepon yang harus dapat ditangani oleh sistem VoIP. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (4) dan persamaan (7) serta hasil kalinya dengan setengah jumlah nomor telepon unit-unit kerja UNSOED didapatkan nilai-nilai seperti pada tabel 4.

Dari perbandingan-perbandingan pada tabel 4 terdapat *codec* iLBC (30 ms) yang memiliki kualitas suara yang baik (MOS >4) dan tidak memakan *bandwidth* yang banyak (*BW per call* = 28,512 Kbps). Kapasitas yang dapat ditangani oleh *node* yang paling rendah *bandwidth*-nya sekitar 2.691,713 Kbps sehingga bila digunakan *codec* G.711 tidak memungkinkan. Maka *codec* iLBC (30 ms) lebih cocok diaplikasikan pada

jaringan lokal UNSOED karena merupakan *codec* yang hemat *bandwidth* namun memiliki kualitas suara yang cukup baik.

Tabel 4 Perbandingan kualitas suara dan konsumsi *bandwidth* tiap *codec*

No.	Jenis <i>codec</i>	Kualitas suara (MOS)	<i>BW</i> per panggilan (Kbps)	<i>BW</i> max 70 panggilan simultan (Kbps)
1.	G.729	4,138996	31,2	2184
2.	iLBC 20	4,068542	38,4	2688
3.	iLBC 30	4,138996	28,512	1995,84
4.	G.711	4,409286	87,2	6104

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian pada jaringan lokal UNSOED adalah.

1. Nilai rerata *jitter* pada jaringan lokal UNSOED sesuai dengan pengukuran skenario 1 dan skenario 2 masing-masing adalah 0,759 ms dan 0,513 ms. Sedangkan untuk *packet loss* baik pada skenario 1 maupun skenario 2 bernilai sama yaitu 0%.
2. Skenario 1 dan skenario 2 menunjukkan bahwa jaringan lokal UNSOED memiliki nilai *jitter* dalam rentang 0-20 ms serta *packet loss* 0-1% sehingga jaringan termasuk ke dalam kategori baik.
3. *Bandwidth* yang tersedia pada jaringan lokal UNSOED mengacu pada nilai *bandwidth* terkecil yang terdapat pada area Kalibakal yaitu 2.691,713 Kbps sehingga masih memungkinkan untuk diimplementasikan sistem VoIP.
4. Jenis *codec* iLBC dengan *packet size* 30 ms merupakan jenis *codec* VoIP yang optimal bila diimplementasikan pada jaringan lokal UNSOED karena memiliki kualitas suara yang cukup bagus dengan nilai MOS 4,138996 serta konsumsi *bandwidth* per panggilan yang hemat, yaitu 28,512 Kbps sehingga kapasitas yang dibutuhkan untuk menggantikan sistem telepon PABX dan PSTN di setiap unit UNSOED yang memiliki 140 nomor telepon (ekstensi dan PSTN) adalah sebesar 1995,84 Kbps.

SARAN

Dari hasil penelitian terdapat beberapa hal yang untuk selanjutnya dapat dilakukan dan diperhatikan.

1. *Bandwidth* yang masih banyak tersedia pada jaringan lokal dapat dimanfaatkan untuk aplikasi-aplikasi lainnya, misalnya *video conference*, *e-learning*, ataupun aplikasi lainnya yang dapat mendukung kemajuan civitas akademik.
2. Peletakan *server* VoIP kedua di area Karangwangkal selain *server* pertama di Puskom

perlu dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya *bottleneck*, karena jumlah *download* dan *upload*

tanpa data VoIP dari *node* Pertanian ke Puskom dapat mencapai 11.165,234 Kbps.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. *Voice Quality: Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption*.
http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk698/technologies_tech_note09186a0080094ae2.shtml, diakses pukul 21.10 WIB tanggal 6 Juni 2010.
- ITU-T Recommendations G.107 (03/2005). *International Telephone Connections And Circuits – General Definitions: The E-model, A Computational Model For Use In Transmission Planning*. Geneva: ITU-T.
- ITU-T Recommendations G.113 (11/2007). *International Telephone Connections And Circuits – General Recommendations On The Transmission Quality For An Entire International Telephone*

Connection: Transmission Impairments Due To Speech Processing. Geneva: ITU-T.

- ITU-T Recommendations G.114 (05/2003). *International Telephone Connections And Circuits – General Recommendations On The Transmission Quality For An Entire International Telephone Connection: One Way Transmission Time*. Geneva: ITU-T.
- Purbo, W. Onno. 2007. *VoIP Cikal Bakal “Telkom Rakyat”*. Jakarta: Infokomputer.
- Reza, Faisal. 2010. *Laporan Tugas Akhir: Perancangan Jaringan Intranet Berbasis Serat Optik Dengan Teknologi Media Akses Ethernet Di Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto*. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman. (Tidak dipublikasikan)
- Sun, Lingfen. 2004. *Speech Quality Prediction for Voice over Internet Protocol Networks*. Disertasi Program Doktor. Devon: University of Plymouth.
- Wijaya, Christian Henry. 2008. *Laporan Tugas Akhir: Studi Mengenai Pengaruh Waktu Tunda, Jitter, Dan Paket Hilang Terhadap Kualitas Dan Jumlah Panggilan Telepon Internet*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. (Tidak dipublikasikan)